

МОДЕЛЮВАННЯ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ

Наталія ДРОГОВОЗ, Олена ПРИСЯЖНЮК, Ольга РЄЗІНА

У статті розглянуто досвід навчання комп'ютерного моделювання майбутніх учителів фізики. Наведено приклади задач, при розв'язуванні яких можливе використання комп'ютерного моделювання.

The experience of teaching computer modelling to teachers of Physics has been considered in the article. The authors gives examples of tasks that make it possible to apply computer modelling while solving them.

Актуальність теми. Останні десятиріччя комп'ютерне моделювання кардинально впливає на проведення наукових досліджень. Дослідження можуть носити як глобальний характер (процес еволюції космосу), так і локальний (прогноз ефективності функціонування транспортної розв'язки).

Комп'ютерне моделювання дає змогу зімітувати реальну або гіпотетичну ситуацію за допомогою комп'ютера таким чином, щоб можна було дослідити роботу системи. При зміні параметрів моделювання можна зробити прогноз щодо змін у системі. Тобто комп'ютерне моделювання – це інструмент дослідження поведінки системи [6].

У галузі освіти комп'ютерне моделювання розглядається як сучасний засіб розв'язування прикладних науково-технічних задач та одна з потужних у пізнавальному аспекті інформаційних технологій. Використання комп'ютерного моделювання стимулює науково-пізнавальну та навчально-пізнавальну діяльність студентів під час вивчення профільних дисциплін. Створюючи комп'ютерні моделі засобами різних програмних середовищ, студенти поглиблюють знання про використання таких засобів, розвивають навички роботи з ними [5].

У Кіровоградському державному педагогічному університеті імені Володимира Винниченка у процесі підготовки бакалаврів за напрямом підготовки 6.040203 Фізика*, спеціалізація Інформатика викладається ряд інформатичних дисциплін таких як: «Інформатика» та «Програмування засобами Delphi». Робочими програмами цих дисциплін передбачене наскрізне навчання комп'ютерного моделювання майбутніх учителів фізики за допомогою різних програмних засобів. Такими засобами є: середовище табличного процесора, середовище програмування Borland Pascal та середовище візуального об'єктно-орієнтованого програмування Delphi.

Перші кроки комп'ютерного моделювання доцільно робити після вивчення студентами теми «Табличний процесор» в рамках дисципліни «Інформатика» у другому семестрі першого року підготовки майбутніх учителів фізики. Табличний процесор є ефективним

середовищем моделювання, у якому є можливість подати результати досліджень у вигляді таблиць, одержати графіки залежностей між характеристиками досліджуваного об'єкта.

Мета статті: розглянути досвід навчання елементів комп'ютерного моделювання майбутніх вчителів фізики, навести приклади задач, що мають фізичний зміст, розв'язання яких передбачає використання комп'ютерного моделювання і які можуть бути включені до лабораторних робіт з дисциплін «Інформатика» та «Програмування засобами Delphi».

Аналіз досліджень і публікацій. Проблемам використання комп'ютерного моделювання у навчанні присвячено роботи таких дослідників як В.К. Белошапка, О.І. Бочкін, А.Ф. Верлань, А.В. Водолаженко, Х. Гулд, М.В. Дудик, Дж. Ендрюс, М.І. Жалдак, Ю.О. Жук, Р.Мак-Лоун, О.А. Матюшкіна-Герке, Ю.К. Набочук, С.А. Раков, Ю.С. Рамський, С.О. Семеріков, І.Л. Семещук, І.О. Теплицький, Г.Ю. Цибко, С.А. Хазіна, Т.І. Чепрасова та інших.

Виклад основного матеріалу. Основним методом навчання на першому та наступних етапах є метод доцільно дібраних задач. Спочатку можна розглянути елементарну задачу фізичного змісту, що пропонується у підручнику Інформатика для 11 класу: відстань між містами А і В дорівнює 50 км. З цих міст одночасно назустріч один одному виїхали два велосипедисти зі швидкостями 15 км/год і 12 км/год відповідно. Створіть математичну модель для визначення відстані між ними у будь-який момент часу до їхньої зустрічі [3].

На перший погляд, задача є надто простою, але однією з вимог до побудови моделей є вимога її максимальної простоти [7]. І «... навіть проста, але вдало побудована модель, як правило, має дивну властивість: результати її вивчення можуть містити деякі нові знання про об'єкт» [4].

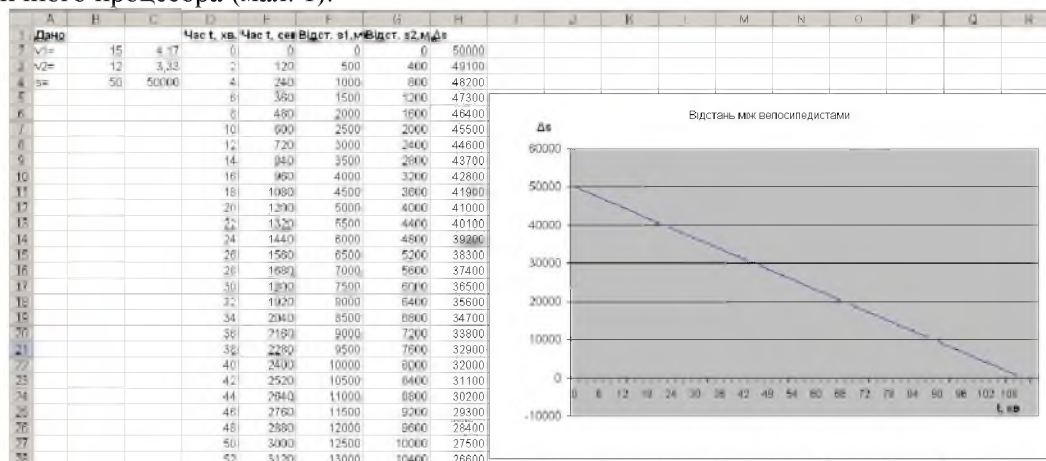
Насамперед, треба звернути увагу студентів на постановку задачі: у ній не вимагається традиційно знайти відстань між велосипедистами через чітко зазначений проміжок часу, а вимагається побудувати *математичну модель* для визначення відстані у *будь-який* момент часу.

У результаті нескладних перетворень математична модель набуває вигляду:

$$\Delta S = 50 - (15 * t + 12 * t) = 50 - 27 * t.$$

У процесі аналізу задачі студенти повинні дійти висновку, що година, як одиниця вимірювання часу, в даному випадку є неприйнятною. Доцільно проводити дослідження з інтервалом часу у 2 хв, а значення швидкостей та відстані перевести у *метри за секунду* та *метри* відповідно.

Для проведення обчислювального експерименту можна використати середовище табличного процесора (мал. 1).



Мал. 1

Для цього слід заповнити клітинки першого рядка так, як це показано на малюнку 1. Далі потрібно ввести вхідні дані, тобто заповнити стовпці А та В. Стовпець С та рядок 2 заповнити значеннями та формулами відповідно до таблиці 1.

Таблиця 1

Адреса клітинки	Формула або значення клітинки
<i>Стовпець C</i>	
C2	=10/36*B2
C3	=10/36*B3
C4	=1000*B4
<i>Рядок 2</i>	
D2	0
E2	=60*D2
F2	=C\$2*E2
G2	=C\$3*E2
H2	=C\$4-(F2+G2)

Далі доцільно побудувати графік процесу.

Безпосередня робота з математичною моделлю – обчислювальний експеримент – спрямована на пошук відповіді на питання: “А що відбудеться, якщо... ?” Ведеться вона за такою схемою:

- дослідження поведінки моделі внаслідок зміни вхідних даних;
- пошук оптимальних умов перебігу або рівноважних станів процесу;
- удосконалення моделі шляхом врахування додаткових факторів і вихід на новий рівень обчислювальних експериментів [4].

Тому наступним кроком є введення інших значень швидкостей велосипедистів і відстані між містами та спостереження за змінами, що відбуватимуться із даними у таблиці та на графіку.

Для лабораторних робіт можна запропонувати наступні задачі, орієнтовані на індивідуальне або групове (в парі) виконання:

1. Від вокзалу до аеропорту, відстань між якими 120 км, відправився поїзд-експрес. Пасажир, що спізнився на поїзд на 10 хвилин, поїхав на таксі зі швидкістю, більшою швидкості експреса на 10 км/год. До аеропорту вони прибули одночасно. Знайти швидкість поїзда та створити математичну модель для визначення швидкості таксі при будь-якому спізненні пасажирів.

2. Від Луганська до Львова летіли літак і вертоліт. Спочатку літак був позаду вертольота на 400 км. Швидкість літака 12 км/хв а вертольота – 2 км/хв. Створити математичну модель для визначення: 1) відстані літака і вертольота від пункту вильоту; 2) відстані між літаком та вертольотом у будь-який момент часу.

3. Дослідити рух тіла кинутого під кутом до горизонту.

4. Обчислити прискорення, з яким рухається кулька по похилому жолобу.

5. Порівняти зміну кінетичної та потенціальної енергії тіла.

На третьому році підготовки студенти вивчають основи візуального програмування в курсі дисципліни «Програмування засобами Delphi». Очевидно, що використання мов програмування значно розширює можливості комп'ютерного моделювання.

Розглянемо приклад: розробити програму для визначення прискорення земного поля тяжіння методом оборотного маятника. Експериментальні дані отримати на лабораторному занятті з фізики (механіки) [1].

Виконання даного завдання складається з декількох етапів. Спочатку студенти розглядають теоретичний матеріал в курсі «Фізика», отримують експериментальні дані та створюють математичну модель. Наступний крок – створення проекту в курсі «Програмування засобами Delphi».

Розглянемо детальніше розробку проекту програми запропонованого прикладу.

Перший етап. Розглянемо спрощену задачу: визначити період власних коливань математичного маятника.

Для успішного виконання роботи студентам можна запропонувати наступний план дій:

1. Чітко визначити вхідні та вихідні дані, залежності між даними (постановка задачі).

2. Створити новий проект. Визначити структуру та параметри головної форми проекту: розміри, колір, назву.

3. Додати компоненти для введення та виведення даних та визначити їх властивості.

4. Розташувати на головній формі кнопку для розрахунку періоду власних коливань.

Слід звернути увагу студентів на те, що для обробки події `onClick` кнопки необхідно спочатку перетворити значення довжини підвісу l в число, оскільки вхідні та вихідні дані в Delphi подаються за допомогою текстових візуальних компонентів. Потім обчислити період за формулою $T = 2 * \pi * \sqrt{l / g}$ та перетворити числове значення в текстове.

5. Забезпечити коректність введення довжини підвісу.

Можна запропонувати два способи вирішення цієї проблеми.

Перший спосіб – обмеження введення. Обробник події `onKeyPress` компонента `Edit_L` (довжина підвісу) може містити наступний код:

```
procedure TForm1.Edit_LKeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
begin
  case key of
    '0','1','2','3','4','5','6','7','8','9','#13','#8': ;
    ' ','.': begin key:=DecimalSeparator;
    if pos(key,Edit_L.Text)>0 then key:=chr(0);
  end
  else key:=chr(0);
  end; end;
```

Другий спосіб – обробка виключних ситуацій для події `OnChange` компонента `Edit_L`.

```
procedure TForm1.Edit_LChange(Sender: TObject);
var OldText:string;
begin
  if Edit_L.Text<>" then
    try
      StrToFloat(Edit_L.Text); OldText:= Edit_L.Text;
    except
      on EConvertError do //помилка перетворення
        begin ShowMessage('Ввели помилкове число');
        Edit_L.Text:=OldText; //поновлення тексту
        Edit_L.SelStart:=length(Edit_L.Text); Edit_L.SelText:=""
      end; end; end;
```

На другому етапі розробляється комп'ютерна модель для визначення прискорення земного поля тяжіння методом оборотного маятника.

Для досягнення мети пропонується такий порядок дій:

1. Розташувати на головній формі компонент класу `TStringGrid`.

2. Визначити розмірність таблиці, вказати назви фіксованих елементів.

3. Забезпечити коректність введення до таблиці експериментальних даних двох дослідів.

4. Забезпечити обчислення значень періодів, змінивши обробник події `onClick` кнопки наступним чином:

```
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
begin // n - кількість коливань
  for i:=1 to StringGrid1.RowCount-1 do //Обчислення T1
    StringGrid1.Cells[4,i]:=floattostr(strtfloat(StringGrid1.Cells[2,i])/n);
  for i:=1 to StringGrid1.RowCount-1 do //Обчислення T2
    StringGrid1.Cells[5,i]:=floattostr(strtfloat(StringGrid1.Cells[3,i])/n);
end;
```

У результаті виконання проект матиме наступний вигляд (мал. 2):

Прискорення земного поля тяжіння

Приклад. Розробити програму для визначення прискорення земного поля тяжіння методом оборотного маятника. Експериментальні дані отримати на лабораторних заняттях з фізики (механіки).

Nº	L	t1	t2	T1	T2
1	7	33,02	35,03	1,651	1,7515
2	7,5	32,04	33,04	1,602	1,652
3	8	30,02	32,04	1,501	1,602
4	8,5	34,04	33,06	1,702	1,653
5	9	35,06	34,02	1,753	1,701
6	9,5	36,08	35,04	1,804	1,752
7	10	36,06	34,08	1,803	1,704
8	10,5	35,04	33,02	1,752	1,651
9	11	38,06	33,04	1,903	1,652

Обчислення

Графік

Мал. 2

На третьому етапі задача ускладнюється необхідністю побудови графіків залежності періодів коливань від положення зовнішньої чечевиці. Для удосконалення проекту слід виконати наступні кроки:

1. Створити в проекті нову форму, на яку додати компонент класу TCart для відображення графічної інформації.

2. Додати кнопку «Графік», подію onClick для якої оформити наступним чином:

procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);

begin

Form2.Show;

for i:=1 **to** StringGrid1.RowCount-1 **do** //Графік T1

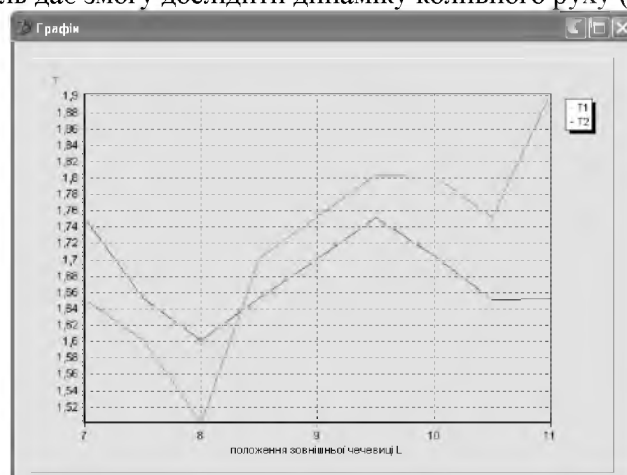
Form2.Series1.AddXY(strtfloat(StringGrid1.Cells[1,i]),strtfloat(StringGrid1.Cells[4,i]));

for i:=1 **to** StringGrid1.RowCount-1 **do** //Графік T2

Form2.Series2.AddXY(strtfloat(StringGrid1.Cells[1,i]),strtfloat(StringGrid1.Cells[5,i]));

end;

Комп'ютерна модель дає змогу дослідити динаміку коливного руху (мал.3):



Мал. 3

3. Додати до проекту графічну імітацію коливного руху.

На останньому етапі розробки проекту доцільно запропонувати студентам удосконалити свою роботу, забезпечити можливість збереження даних в різних форматах, зокрема у форматі табличного процесора Excel.

При виконанні подібних завдань у курсі лабораторних робіт розширюється уявлення у студентів про можливості використання певного програмного засобу для створення і дослідження комп'ютерних моделей різних фізичних процесів.

Висновки. Формування вмінь створювати і досліджувати комп'ютерні моделі фізичних явищ та процесів засобами різних програмних середовищ сприяє поглибленню знань студентів з інформатичних, фізичних та математичних дисциплін, розвитку інтелектуальних здібностей, що є важливим фактором у підготовці сучасного вчителя фізики до використання інформаційних технологій у навчальному процесі. Планується подальший пошук і добір задач фізичного змісту, при розв'язуванні яких можливе використання комп'ютерного моделювання.

БІБЛЮГРАФІЯ

1. Антонова Н.Г. Лабораторний практикум з курсу загальної фізики: Навчально-методичний посібник. Частина 1. Механіка / Н.Г. Антонова, Н.В. Подопрігора, І.В. Сальник, І.Ю. Ткачук, О.М. Царенко. – Кіровоград: ТОВ «Сабоніт». – 2009. – 126 с.
2. Дудик М.В. Навчання майбутніх вчителів фізики технології комп'ютерного моделювання / М.В. Дудик, С.А. Хазіна // Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах. – 2006. – №6. – С.14-19.
3. Інформатика: 11 кл.: підруч. для загальноосвіт. навч. закл.: академічний рівень: профільний рівень / Й.Я.Ривкінд, Т.І.Лисенко, Л.А.Чернікова, В.В.Шакоотько; за заг. ред. М.З. Згуровського. – К.: Генеза, 2011. – 304 с.: іл.
4. Теплицький І. О. Елементи комп'ютерного моделювання : Навчальний посібник / Теплицький І. О. – Кривий Ріг : КДПУ, 2005. – 208 с., іл.
5. Хазіна С. А. Формування вмінь комп'ютерного моделювання майбутніх вчителів фізики в процесі навчання інформатики : автореф. дис... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (інформатика) / Хазіна Стелла Анатоліївна; НПУ ім. М.П. Драгоманова. – К., 2010. – 23 с.
6. Banks, J. Discrete Event System Simulation / Banks, J., Carson, J., Nelson, B. and Nicol, D. – Upper Saddle River, New Jersey : Prentice-Hall, 2001. – 594 p.
7. Braun, O. Computer Modeling in Physics [Electronic resource]. – Mode of access : http://www.iop.kiev.ua/~obraun/book_md/book_md_1.pdf

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Дроговоз Наталія Анатоліївна – викладач кафедри інформатики Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

Коло наукових інтересів: викладання комп'ютерних наук у загальноосвітній і вищій школі.

Присяжнюк Олена Віталіївна – кандидат технічних наук, доцент кафедри інформатики Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

Коло наукових інтересів: теорія оптимальних рішень, викладання комп'ютерних наук у вищій школі.

Резіна Ольга Василівна – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри інформатики Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

Коло наукових інтересів: методика навчання інформатики в загальноосвітній і вищій школі.